

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

LIBEREC 2010

BOŽENA DAVÍDKOVÁ

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: B3107 Textil

Studijní obor: 3107R007 Textilní marketing

**VLIV STRUKTURY TEXTILIÍ NA TVAROVOU
STÁLOST PLOŠNÝCH TEXTILIÍ**

**THE EFFECT OF THE FIBER STRUCTURE ON
THE STABILITY OF THE SHAPE OF FLAT
FABRICS**

Božena Davidková

KHT-711

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Katarína Zelová

Rozsah práce:

Počet stran textu	40
Počet obrázků	9
Počet tabulek	8
Počet grafů	10
Počet stran příloh	7

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Božena DAVÍDKOVÁ**

Studijní program: **B3107 Textil**

Studijní obor: **Textilní marketing**

Název tématu: **Vliv struktury textilií na tvarovou stálost plošných textilií**

Zadávací katedra: **Katedra hodnocení textilií**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Provedte rešerši zaměřenou parametry ovlivňující mačkovost a metody používané pro hodnocení mačkovosti textilií.
2. Popište deformace, které vznikají při mačkání textilií.
3. Provedte experiment hodnocení mačkovosti textilií pomocí metody úhlu zotavení.
4. Vyjádřete podílu elastické, viskoelastické a plastické deformace.
5. Formulujte závěrečné zjištění o vlivu struktury na tvarovou stálost textilií.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

30 - 40 stran

Forma zpracování bakalářské práce:

tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

- DONG, X., ZHANG, J., AND ZHANG, Y., YAO, M.: A study on the relaxation behavior of fabric's crease recovery angle, international Journal of Clothing Science and Technology, 2003.
- FRIDRICHOVÁ, L.: The contribution to the problems of the measurement recovery angle textile samples. 4th. Central European Conference 2005. Book of abstracts, p. 239-240. Liberec. ISBN 80-7083-967-8.
- FRIDRICHOVÁ, L., ŠTOČKOVÁ, H.: A study on the relaxation behaviour of the fabrics. 4th. Central European Conference 2005. Book of abstracts, p. 203-204. Liberec. ISBN 80-7083-967-8.
- KOŠKOVÁ, B.: Struktura a vlastnosti vláken, VŠST v Liberci, 1989.
- STANĚK, KUBIČKOVÁ, M.: Oděvní materiály, VŠST v Liberci.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Katarína Zelová

Katedra oděvnictví

Datum zadání bakalářské práce:

30. října 2009

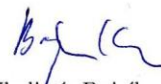
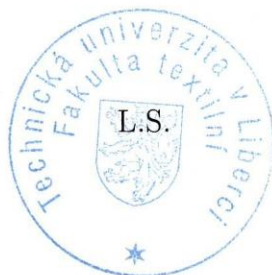
Termín odevzdání bakalářské práce:

3. května 2010



prof. RNDr. Aleš Linka, CSc.

děkan



Ing. Vladimír Bajzík

vedoucí katedry

V Liberci dne 30. října 2009

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

V Liberci dne 12. května 2010

.....

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Chtěla bych poděkovat vedoucí bakalářské práce Ing. Kataríně Zelové za konzultace, vstřícný přístup a poskytnutí materiálů pro vypracování této práce.

ANOTACE

Tato bakalářská práce je zaměřena na upravenou metodu hodnocení mačkavosti textilií snímáním úhlu zotavení. Inovovaná metoda snímání úhlu zotavení umožňuje zachycení velikosti úhlu zotavení v první sekundě po sejmutí závaží. Úhel zotavení je měřen prostřednictvím programu Nis Elements AR. Cílem této práce je zjištění vlivu dostavy na mačkavost textilie.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Mačkavost, úhel zotavení, inovovaná metoda, vliv dostavy.

ANNOTATION

This thesis is focused on the modification method assessment of the wrinkling properties of fabrics using the angle recovery scanning. Innovative scanning method allows the angle recovery scanning to capture the size of the recovery angle in the first second after removing the weights. The recovery angle is measured by the Nis Elements AR. The aim of this study is to determine the effect of fibre on the wrinkling properties of a fabric.

KEY WORDS:

Wrinkling property, the angle of recovery, innovative method, the effect of fibre.

Obsah

ÚVOD.....	9
1. PARAMETRY OVLIVŇUJÍCÍ MAČKAVOST	10
1.1. VLÁKNA.....	10
1.2. PŘÍZE	10
1.3. TKANINA.....	11
2. MĚŘENÍ MAČKAVOSTI.....	11
2.1. FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ MĚŘENÍ MAČKAVOSTI.....	11
2.1.1. RELATIVNÍ VLHKOST VZDUCHU	11
2.1.2. VÁHA A DOBA ZATÍŽENÍ	11
2.1.3. DOBA ZOTAVENÍ.....	12
2.2. METODY MĚŘENÍ MAČKAVOSTI.....	12
2.2.1. VIZUÁLNÍ METODY	12
2.2.2. MĚŘENÍ VZDÁLENOSTI OKRAJŮ	14
2.2.3. ÚHLOVÉ METODY	15
2.2.4. SPECIÁLNÍ METODY	17
2.2.5. MĚŘENÍ MAČKAVOSTI U PLETENIN	18
3. DEFORMACE VZNIKAJÍCÍ PŘI MAČKÁNÍ TEXTILÍ.....	19
3.1. DRUHY DEFORMACÍ	19
3.2. SIMULACE DEFORMACÍ.....	20
3.3. PODÍL DEFORMACÍ.....	21
4. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	22
4.1. CHARAKTERISTIKA MATERIÁLŮ	22
4.2. CHARAKTERISTIKA POUŽITÝCH ZAŘÍZENÍ	22
4.2.1. <i>Inovovaná metoda snímání úhlu zotavení</i>	22
4.2.2. <i>Měření úhlu zotavení v programu Nis Elements AR</i>	26
4.3. VYHODNOCENÍ VLIVU DOSTAVY NA MAČKAVOST TEXTILÍ	27
4.4. PODÍL DEFORMACÍ VZNIKLYCH PŘI POMAČKÁNÍ TEXTILIE.....	32
4.5. KVALITNÍ ČÍSLO K	34
ZÁVĚR	36

POUŽITÁ LITERATURA.....	38
SEZNAM OBRÁZKŮ	39
SEZNAM TABULEK.....	39
SEZNAM GRAFŮ	40
PŘÍLOHY	41

Úvod

Mačkavost je přirozená vlastnost většiny textilií. Jedná se o přechodnou změnu tvaru plošné textilie, jinak řečeno deformaci plošné textilie, která vzniká při běžném užívání, tedy při nošení oděvu.

Je to jedna z vlastností, které významně ovlivňují estetický vzhled oděvního výrobku. Společně se splývavostí a tuhostí tvoří skupinu základních vlastností určujících stálost tvaru oděvní textilie. Schopnost textilie zaujmout svůj původní tvar před pomačkáním je ovlivněna nejen mechanickými, chemickými a fyzikálními vlastnostmi textilie, ale především strukturou vlákna, zpracováním vlákenné suroviny do příze a konstrukcí tkaniny. Během nošení ovlivňují mačkavost i vnější vlivy, jako jsou teplota a vlhkost vzduchu nebo tlak, kterým nositel na textilií působí.

Pomačkání lze snadno odstranit žehlením, v mnoha případech stačí pouhé vyvěšení oděvu. Pokud chceme dosáhnout dokonalého estetického vjemu, musí být hodnota mačkavosti co nejnižší. Vysoká hodnota mačkavosti zároveň snižuje užitnou hodnotu textilie.

Pro posouzení mačkavosti existuje celá řada metod. Od subjektivního pozorování a hodnocení až po laboratorní zkoušky. Hodnocení mačkavosti za pomoci úhlu zotavení textilie podle normy ČSN EN 22313 ^[7] je objektivní metodou.

Cílem této práce je zjištění vlivu dostavy na mačkavost textilie pomocí inovované metody snímání úhlu zotavení. Touto inovovanou metodou snímání úhlu zotavení byl již dříve zjišťován vliv vazby na mačkavost textilie. ^{[9][10]}

1. Parametry ovlivňující mačkavost

Mačkavost jednotlivých druhů textilií je ovlivněna nejen jejich mechanickými, chemickými a fyzikálními vlastnostmi. Velký vliv na mačkavost má také struktura vlákna, zpracování vlákenné suroviny do příze a stejně tak konstrukce tkaniny, jak dokazují Raja Zaouali, Slah Msahli a Faouzi Sakli.^[6]

1.1. Vlákn

Jak je mačkavost ovlivněna strukturou vlákna, popisuje ve své práci Sochor [2, s. 182] „... na nemačkavost má ve vlákenné substanci vliv poměr krystalitů k amorfnímu podílu. Záleží však též na jejich vzájemném uspořádání a uložení uvnitř vlákna...“

Vlákn, která mají uvnitř krystalické oblasti a na povrchu oblasti amorfní, jsou více pružná a ohebná, jsou tedy méně mačková. Vlákn, která mají amorfní a krystalické oblasti uspořádané opačně, jsou naopak mačková více.

Částečně mačkavost ovlivňuje i tvar příčného řezu vlákna. Menší mačkavost se projevuje u vláken s kruhovým příčným řezem, naopak vlákn, která mají příčný řez ledvinovitý, elipsovitý nebo hvězdovitý, vykazují mačkavost větší.

1.2. Příze

Vlastnosti příze, ze které je textilie vyrobena, také ovlivňují její mačkavost. U přízí, které jsou ostře kroucené, je namáháním při mačkání dosahováno hranice pružnosti a tažnosti. Vznikají tak trvalé deformace.

Příze, které jsou naopak kroucené málo, mají malou vazbu mezi jednotlivými vlákny, volná vlákna se po zmačkání jen velmi špatně vrací do své původní polohy a také dochází k deformacím.

K trvalým deformacím jsou také častěji náchylná příliš krátká nebo naopak příliš dlouhá staplová vlákna. Hrubé příze se nemohou ohnout tak ostře jako jemné příze, nevzniká u nich tedy tak velké napětí a dochází u nich jen k dočasným deformacím.^[2]

Fremelová^[5] ve své práci popisuje vliv různých přádních a skacích zákrutů bezvřetenové příze na mačkavost tkanin. Vliv byl hodnocen na základě fyzikálně mechanických zkoušek u tří druhů přízí.

Dle naměřených hodnot uvádí Fremelová [5, s. 293] „...vliv počtu přádních zákrutů na mačkavost tkaniny je nepatrný, není pravidelná závislost. Vliv skacích zákrutů na mačkavost je rovněž nepatrný, zanedbatelný.“

1.3. Tkanina

Většina tkanin prochází nemačkovými úpravami, jak uvádí Sochor [2, s. 182] „...předpokladem úspěšné úpravy je vhodně zvolená konstrukce tkaniny...“

Při nemačkové úpravě je tkanina vystavována chemikáliím, které musí proniknout dovnitř do tkaniny. Hustě dostavené tkaniny nejsou pro tuto úpravu vhodné, protože velký počet nití snižuje savost a bobtnatelnost. Močovino-formaldehydové pryskyřice, které se pro nemačkovou úpravu používají nejčastěji, tak nemohou pronikat do tkaniny, často se usazují na povrchu a tím tkaninu znehodnocují.

Vazba a tloušťka tkaniny také nemačkovost ovlivňují. Sochor [2, s. 183] ve své práci uvádí „... čím komplikovanější je vazba, tím méně se mačká tkanina. U tkanin, kde plocha látky je vazebně vhodně rozčleněna, je nemačkovost lepší než u tkanin hladkých...“

2. Měření mačkovosti

2.1. Faktory ovlivňující měření mačkovosti

U měření mačkovosti je třeba zmínit faktory, které mají vliv na výsledky i na jejich porovnatelnost. Mezi tyto významné faktory patří relativní vlhkost vzduchu, doba, po kterou je měřený vzorek zatížen, váha závaží a doba zotavení, tedy doba mezi sejmutím závaží ze vzorku a vlastním měřením.

2.1.1. Relativní vlhkost vzduchu

Mají-li být výsledky měření správné a vzájemně porovnatelné, je relativní vlhkost vzduchu spolu s klimatizací vzorků jedním z nejdůležitějších faktorů. Pro většinu způsobů měření mačkovosti je předepsána relativní vlhkost vzduchu 65% při teplotě 20°C.

Největší vliv vlhkosti na mačkovost je u tkanin z celulóзовých vláken. Celulózová vlákna po navázání vody bobtnají a následně zvyšují plastickou deformaci.

2.1.2. Váha a doba zatížení

Váha, kterou působí závaží na zkoušený vzorek, významně ovlivňuje výsledky, stejně jako doba, po kterou je vzorek tímto závažím zatížen.

Je nezbytně nutné, aby síla, kterou závaží působí, byla rovnoměrně rozložena po celé ploše vzorku. Čím větší je zatížení, tím větší deformace vznikají. Zároveň ale se

stoupající hmotností závaží se úhel rozevření vzorku nezmenšuje rovnoměrně. Sochor [2, s. 185] ve své práci uvádí „... zjištěný úhel rozevření vzorků neklesá se stoupajícím zatížením rovnoměrně a vliv větší váhy je menší než by se předpokládalo...“

2.1.3. Doba zotavení

Jak již bylo uvedeno, doba zotavení je doba mezi sejmutím závaží ze vzorku a vlastním měřením. Vliv doby zotavení je také jedním z rozhodujících faktorů. Pro každý typ tkaniny je doba zotavení individuální.

2.2. Metody měření mačkavosti

Existuje mnoho metod pro měření mačkavosti. Sochor [2, s. 188 - 189] je ve své práci dělí do čtyř skupin a to následovně:

- I. Vizuální metody
- II. Měření vzdálenosti okrajů
- III. Úhlové metody
- IV. Speciální metody

2.2.1. Vizuální metody

Všechny vizuální metody jsou založeny na subjektivním pozorování a hodnocení. Nemohou být proto používány v laboratořích nebo zkušebních ústavech.

a) Zmačkání v ruce

Metoda zmačkání v ruce se provádí suchou rukou, kdy je na 5 vteřin zmačkán zkoušený vzorek. Po uplynutí 5 vteřin se ruka rychle rozevře a pozoruje se zotavování tkaniny. Podobná je metoda kroucení a metoda uzlem.

b) Metoda fotografická

Další vizuální metodou je metoda fotografická. Čtvercový vzorek textilie se upevní do dvou čelistí, z nichž jedna je pohyblivá. Pohyblivá čelist se pohybuje směrem nahoru a dolů a mačká vzorek. Po zmačkání se pořídí fotografie vzorku, která je následně používána pro hodnocení pružnosti.^[2]

c) **Proteza**

Měření mačkovosti na přístroji Proteza se provádí namáháním textilie jako při běžném nošení. Po skončení namáhání se nechá zkoušený vzorek zotavovat a následně je porovnáván s plastickými etalony.

Mačkovost se zkouší celkem na šesti vzorcích sešitých do tvaru rukávu. Tři vzorky mají tvar úzkého rukávu, jeho rozměry jsou 200x280mm. Další tři mají tvar širokého rukávu o rozměrech 240x280mm.

Takto připravené vzorky se nasunou na ramena přístroje Proteza tak, aby šev, kterým je vzorek sešitý, byl na vnější straně kloubu. Následně se horní rameno přístroje sklopí, tím se vytvoří pomačkání, které simuluje pomačkání oděvu při ohnutí loktu nebo kolene.

Doba zatížení je 30 minut, po jejím uplynutí se horní rameno zvedne zpět do klidové polohy, vzorek se z přístroje sejme a šev se ustříhne.

Vzorek se nechá 5 minut odležet a následně jej pozorovatelé subjektivně hodnotí srovnáváním s plastickými etalony. Etalony pro hodnocení pomačkání na přístroji Proteza jsou pětistupňové. Etalon označený číslem 5 vyjadřuje nejmenší pomačkání a etalon označený číslem 1 vyjadřuje pomačkání největší.

Hodnocení pomocí plastických etalonů má oproti dříve používaným fotografickým etalonům několik výhod. Je to především trojrozměrnost – porovnává se trojrozměrně deformovaný vzorek s trojrozměrným etalonem. Druhou výhodou jsou podmínky osvětlení – vzorek je porovnáván s etalonem za stejného světla na rozdíl od porovnávání vzorku s fotografickým etalonem.

Výsledky hodnocení mačkovosti na přístroji Proteza jsou, díky plastickým etalonům, srovnatelné se zkouškami nošením.^[4]

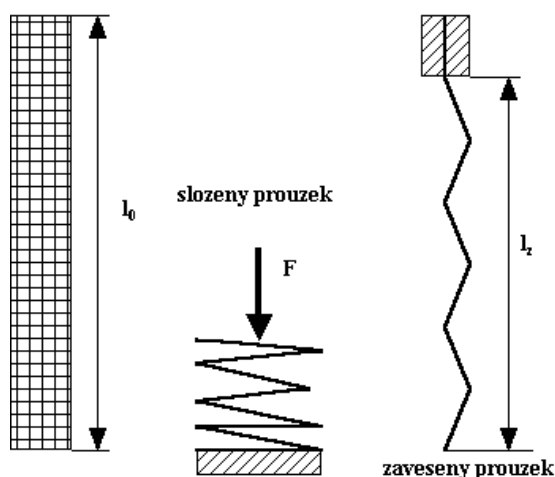
2.2.2. Měření vzdálenosti okrajů

V této skupině jsou zařazeny způsoby měření mačkovosti, při kterých je zjišťována vzdálenost okrajů před a po zmačkání.

a) Metoda skládaného proužku

Metoda skládaného proužku je používána především pro košiloviny. Nevýhodou této metody je pracnost a složité skládání vzorku. Mají-li být hodnoty porovnatelné, musí být skládání velmi přesné.

Zkoušený vzorek textilie o předepsané délce l_0 je složen podle systému přehybů, jak je znázorněno na obrázku 1.



Složený vzorek je zatížen závažím, které působí na vzorek silou F . Po určité době je závaží ze vzorku sejmuto a textilie je zavěšena do svorek. Během zavěšení se vzorek textilie zotavuje.

Po určité době zotavování se odečítá délka vzorku l_z .

Obrázek č. 1: Metoda skládaného proužku

Mačkovost je v případě metody skládaného proužku vyjádřena relativní hodnotou zotavení Z v procentech, která se vypočítá podle vzorce:

$$Z = \frac{l_z}{l_0} * 10^2 [\%] \quad (1)$$

kde:

l_z – délka po zotavení [m],

l_0 – původní délka vzorku [m].^[3]

b) Metoda Tootal

Metoda Tootal je velmi podobná metodám úhlovým. Zkoušený vzorek textilie je přeložen a zatížen závažím o předepsané hmotnosti. Po odlehčení je zkoušený vzorek zavěšen na strunu, pod kterou je umístěno zrcátko se stupnicí, na které se po určitém čase odečte vzdálenost okrajů vzorku a mačkovost se vyjádří v milimetrech.

c) American Standart Minimum Requirements

Metoda American Standart Minimum Requirements je stejná jako výše uvedená metoda Tootal. Rozdílem je pouze vyjádření výsledku mačkovosti. Zatím co mačkovost naměřená metodou Tootal se udává v milimetrech, metoda American Standart Minimum Requirements používá pro vyjádření výsledku vzorec:

$$\% \text{ zotavení} = 1 - \frac{O - C}{O} * 100 \quad (2)$$

kde:

O – původní délka vzorku

C – naměřená délka vzorku^[2]

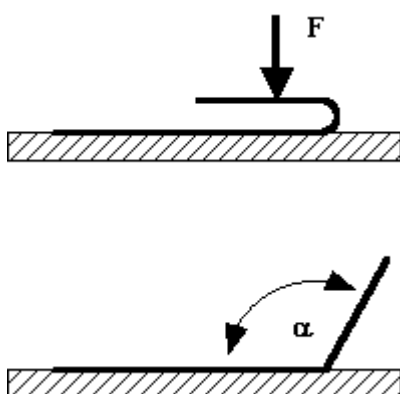
2.2.3.Úhlové metody

Úhlové metody měření mačkovosti patří k nejrozšířenějším. Jde o zjišťování velikosti úhlu, který svírají ramena zkoušené textilie, která byla přehnuta a po určité době zatížena.

a) Měření úhlu zotavení

Měření úhlu zotavení patří mezi nejběžnější způsoby zjišťování mačkovosti. Velikost úhlu vypovídá o schopnosti zkoušené textilie zotavit se po zmačkání. U různých druhů textilií se úhel i rychlost zotavení liší. U velmi rozdílných druhů textilií se nedají výsledky, naměřené touto metodou, přímo srovnávat.

Dle normy ČSN 80 0819 se provádí měření na zkušebních vzorcích o rozměrech 50x20mm.



Obrázek č. 2: Úhel zotavení

Úhly zotavení se zjišťují minimálně po pěti ve směru osnovy po líci a po rubu tkaniny a ve směru útku po líci a po rubu tkaniny.

Princip měření mačkovosti pomocí úhlu zotavení je znázorněn na obrázku č. 2.

Spočívá v zatížení přehnutého vzorku zkoušené textilie závažím o hmotnosti 1kg. Závaží působí na přehyb silou po dobu 60 minut. Po této době je závaží ze vzorku sejmut.

Měření úhlu zotavení se provádí dvakrát. Nejprve 5 minut a pak 60 minut po sejmutí závaží ze vzorku.^[3]

b) T.K.I.

T.K.I. je maďarský přístroj pro měření mačkavosti textilií. Princip měření spočívá v zatížení měřeného vzorku pákovým systémem. Po uvolnění tlaku se úhel odečítá pomocí lupy na úhloměru. Přístroj je umístěn pod krytem, který zabraňuje pronikání nežádoucích vlivů ke vzorku.^[2]

c) Wrinkle Recovery Tester

Wrinkle Recovery Tester je dalším z přístrojů pro měření mačkavosti. Princip měření na tomto přístroji spočívá v klasickém přeložení a zatížení vzorku. Po odlehčení ale musí být volné rameno vzorku ve svislé poloze. Váha materiálu tak neovlivňuje velikost úhlu, kterou přímo označí ukazatel.

Vzorek o rozměrech 40x15mm se složí, pokud je to nutné mezi ramena vzorku se umístí kovová fólie o velikosti 18x15mm. Takto složený vzorek se zatíží závažím, které na něj bude působit silou 10N po dobu pěti minut.

Po sejmutí závaží je odstraněna kovová fólie a vzorek se přemístí pinzetou do zkušebního přístroje. Jedno rameno zkoušeného vzorku se upevní mezi čelisti zkušebního přístroje, volné rameno vzorku visí ve svislé poloze.

Úhel zotavení se odečítá 5 minut po sejmutí závaží. Během této doby se zkušební přístroj pootáčí tak, aby volné rameno vzorku zůstávalo ve svislé poloze a váha materiálu tak neovlivňovala velikost úhlu zotavení. Úhel zotavení se odečítá na kruhové stupnici umístěné za vzorkem.^[8]

d) Metoda Rolle

Principem metody Rolle je stlačení zkoušeného vzorku mezi válci. Dojde tak k rovnoměrnému zatížení v celé ploše vzorku. Po průchodu mezi válci se stín vzorku promítne a odečte se úhel rozevření jeho ramen. Nemačkavost je vyjádřena v procentech podle vzorce:

$$\text{nemačkavost} = \frac{\text{úhel zotavení po zkoušce}}{180^\circ} * 100 \quad (3)$$

2.2.4. Speciální metody

a) IN-2

Jednou ze speciálních metod měření nemačkovosti je metoda IN-2. Pro měření je používán kruhový vzorek o průměru 90mm, který se pomačká na deformačním přístroji. Pomačkáný vzorek se přenese na otočný kotouč elektronického fotometru, kde relaxuje.

Po uplynutí doby relaxace se ke vzorku umístí světelný paprsek. Fotobuňka na druhé straně vzorku zaznamená množství světla, které prošlo nad pomačkáným vzorkem. Čím méně světla projde k fotobuňce, tím více je vzorek pomačkáný.

Kotouč, na kterém je vzorek umístěn, se otáčí po 30°, na jednom vzorku je tak provedeno 12 měření, ze kterých se určí průměr. Výsledný průměr vyjadřuje nemačkovost vzorku v procentech. Pro hodnocení nemačkovosti byla sestavena tato tabulka:

Tabulka č. 1: Hodnocení nemačkovosti

Popisné hodnocení nemačkovosti	Nemačkovost	Subjektivní hodnocení nemačkovosti
Textilie zůstává silně zmačkaná, je nutné dlouhodobé žehlení.	0 - 40	Nízká nemačkovost
Na textilií zůstávají ustálené záhyby, k jejich odstranění je nezbytně nutné žehlení.	41 - 60	Střední nemačkovost
Na textilií zůstávají slabé záhyby, které se snadno odstraní žehlením.	61 - 80	Dobrá nemačkovost
Při sušení na ramínku záhyby téměř zmizí. Je třeba lehce přežehlit.	81 - 95	Velmi dobrá nemačkovost
Při sušení na ramínku záhyby zcela zmizí. Žehlení není nutné.	96 - 100	Výborná nemačkovost

[4]

b) Margolinův způsob

Princip měření mačkovosti Margolinovým způsobem spočívá v přehnutí tkaniny do smyčky a upevněním v čelistech. Následně se změří šířka této smyčky před provedením a po provedení zkoušky. Součinitel mačkovosti se vypočítá podle vzorce:

$$K_s = \frac{b_1 - b_2}{b_1} \quad (4)$$

kde:

K_s – součinitel mačkovosti

b_1 – šířka smyčky před zkouškou [mm]

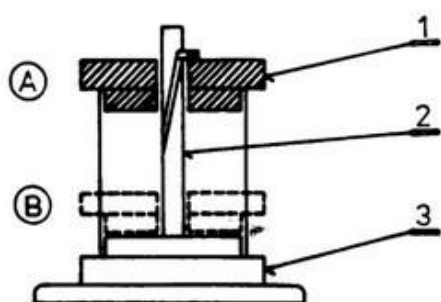
b_2 – šířka smyčky po zkoušce [mm]^[2]

2.2.5. Měření mačkavosti u pletenin

a) Metoda AKU

Metoda AKU byla dříve používána výhradně pro zjišťování mačkavosti pletenin, v současnosti se ale začíná uplatňovat i na zkoušení tkanin určených pro oděvnictví.

Měření se provádí na třech vzorcích textilie o předepsaných rozměrech 150x285mm.



Obrázek č. 3: Měření metodou AKU

Zkoušený vzorek se upevní lící stranou do horní čelisti 1 a dolní čelisti 3. Čelisti spojuje vodící kolík 2.

Při upevnění je horní čelist v základní poloze A. Měření se provede spuštěním horní čelisti 1 do spodní polohy B. Při spouštění se horní čelist mírně pootočí v drážce vodícího kolíku 2. Na vzorku jsou spuštěním a pootočením horní čelisti 1 vytvořeny záhyby.^[4]

Horní čelist je ve spodní poloze zatížena závažím o hmotnosti 2kg. Ve chvíli nasunutí závaží se začíná měřit doba zatížení. Po uplynutí šedesáti minut se vzorek zavěsí na prohlížeckou desku. Po obou stranách vzorku se zavěsí fotoetalony a vzorek je hodnocen pozorovateli. Pozorovatelé vzorek hodnotí nezávisle na sobě, po uplynutí pěti minut od zavěšení. Při hodnocení stojí před vzorkem, 125cm od prohlížecké desky a zaznamenají číslo etalonu, který nejvíce odpovídá vzhledu pomačkaného vzorku.

Pro hodnocení metodou AKU se využívá pěti stupňových fotoetalonů, které vyjadřují stav vzorku. Fleissig a Pešová [3, s. 138] ve svém článku uvádějí následující stav vzorků:

Tabulka č. 2: Stav vzorků pro hodnocení nemačkavosti

Stav vzorků:	Stupeň
zcela bez záhybů	5
sotva zřetelné – slabé pomačkání	4
zřetelné - mírné pomačkání	3
silně zřetelné pomačkání	2
velmi silné, ostré pomačkání	1

3. Deformace vznikající při mačkání textilií

Působením síly, teploty a vlhkosti na zkoušený vzorek textilie při mačkání vznikají tři typy deformací. Jsou to deformace elastické (vratné), zotavené nebo také viskoelastické a plastické (nevratné). Celková deformace je vždy součtem deformace elastické, zotavené a plastické.

Celková deformace je tedy dána vztahem:

$$\varepsilon_C = \varepsilon_E + \varepsilon_Z + \varepsilon_P \quad (5)$$

kde:

ε_C – celková deformace [%],

ε_E – elastická deformace [%],

ε_Z – zotavená (viskoelastická) deformace [%],

ε_P – plastická (trvalá) deformace [%].^[1]

3.1. Druhy deformací

Jak již bylo řečeno, při mačkání působí na textilii relativní vlhkost vzduchu, váha a doba zatížení a doba zotavení. Působením těchto faktorů vznikají na textilii tři typy deformací. Jsou to deformace elastické, zotavené a plastické.

a) Elastická deformace

Elastická deformace je dokonale vratná. Závisí na velikosti síly E , na čase t_z (čase zotavení) a na dalších faktorech, ovlivňujících mačkavost, jako jsou teplota nebo relativní vlhkost vzduchu. Při sejmutí zátěže ze vzorku se projeví okamžitě a na vzorku nezanechává patrné poškození.

b) Zotavená deformace

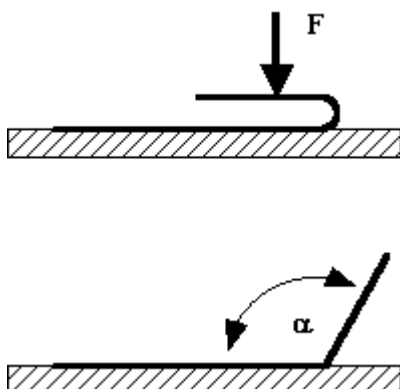
Zotavená deformace je také někdy nazývána viskoelastická. K narovnání vzorku do původního stavu nedochází okamžitě, ale s určitým časovým zpožděním.

Během zatížení vzorku viskoelastická deformace narůstá, po sejmutí zátěže zase postupně mizí, je tedy závislá na čase.

c) Plastická deformace

Plastická deformace je trvalá a dokonale nevratná. Je závislá na čase, po který je vzorek zatížen.^{[1] [11]}

3.2. Simulace deformací



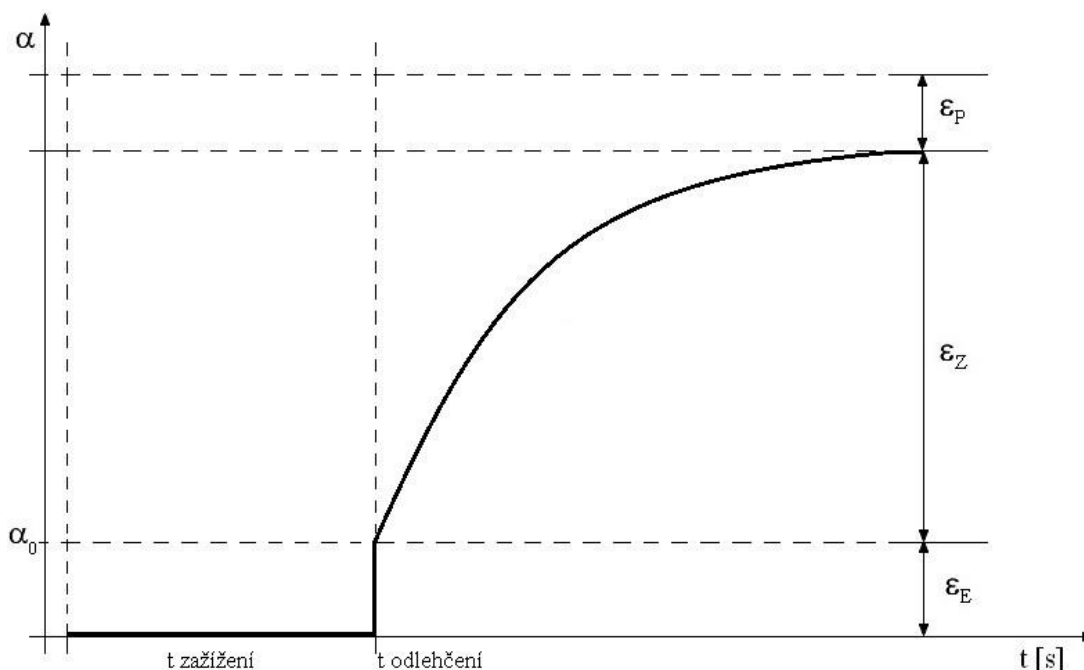
Obrázek č. 4: Simulace deformací

Deformace vznikající při mačkání textilií mohou být simulovány na proužku textilie. Velikost proužku a délka přehnutí je dána normou.

Proužek textilie je v určité délce přehnut a zatížen závažím o hmotnosti \underline{m} . Toto závaží působí na vzorek silou \underline{F} po určitou dobu. Po této době $\underline{t_z}$ je závaží sejmuto a vzorek se v tomto okamžiku narovná na hodnotu $\underline{\alpha_0}$. Úhel $\underline{\alpha_0}$ vyjadřuje vratnou elastickou deformaci $\underline{\epsilon_E}$.

Zotavená deformace $\underline{\epsilon_Z}$ je získána odečtením zvětšení úhlu $\underline{\alpha_0}$ po určitém čase.

Když se proužek textilie úplně přestane narovnávat, je možné odečíst úhel $\underline{\alpha_1}$, který vyjadřuje celkovou deformaci. Simulace deformací je znázorněna na obrázku č. 4 a na obrázku č. 5 je znázorněna velikost úhlu $\underline{\alpha}$ v závislosti na čase.



Obrázek č. 5: Velikost úhlu α v závislosti na čase

[3]

3.3. Podíl deformací

Jak již bylo uvedeno, při mačkání vznikají tři typy deformací. Deformace elastické, zotavené nebo také viskoelastické a plastické. Vztahy pro vyjádření podílu deformací uvádí ve své práci Staněk ^[11].

Podíl elastické deformace ε_E , která se projeví ihned po sejmutí zátěže ze vzorku, lze vyjádřit dle vztahu:

$$\varepsilon_E = \frac{\alpha_0}{180^\circ} * 100 \quad (6)$$

Podíl viskoelastické deformace ε_Z , ke které dochází s určitým časovým zpožděním po sejmutí závaží ze vzorku, je dán vztahem:

$$\varepsilon_Z = \frac{(\alpha_{300} - \alpha_0)}{180^\circ} * 100 \quad (7)$$

Podíl trvalé deformace vzniklé zatížením vzorku závažím je vyjádřen vztahem:

$$\varepsilon_P = \frac{180 - \alpha_{300}}{180} * 100 \quad (8)$$

kde:

ε_E – elastická deformace [%],

ε_Z – zotavená (viskoelastická) deformace [%],

ε_P – plastická (trvalá) deformace [%],

α_0 – úhel v první sekundě po sejmutí závaží [°],

α_{300} – úhel ve třísté sekundě po sejmutí závaží [°].

4. Experimentální část

Experimentální část této práce je zaměřena na zjišťování vlivu dostavy na mačkovost textilie pomocí inovované metody snímání úhlu zotavení. Touto inovovanou metodou snímání úhlu zotavení byl již dříve zjišťován vliv vazby na mačkovost textilie.^{[9][10]}

Dále je v této práci stanoven podíl elastické, viskoelastické a plastické deformace vzniklé po pomačkání textilií.

Experimentální měření bylo provedeno na inovovaném měřicím zařízení, které bylo realizováno na KOD ve spolupráci s KHT.

4.1. Charakteristika materiálů

V experimentální části bylo hodnoceno 5 druhů textilií stejného materiálového složení se stejnou jemností osnovy i útku 29,5 tex. Počet zákrutů použitých přízí je 590 zákrutů na 1 metr. Charakteristika použitých tkanin je uvedena v tabulce č. 3. V tabulce je uvedeno označení materiálu, vazba, materiálové složení, dostava osnovy a útku, plošná hmotnost, tloušťka materiálů a ohybová tuhost. Vzorky hodnocených materiálů jsou v příloze č. 1.

Tabulka č.3: Charakteristika hodnocených materiálů

Číslo materiálu	Vazba	Materiálové složení	D _o [nití/10cm]	D _ú [nití/10cm]	M _p [g/m ²]	h [mm]	B [g.cm ² /cm]
S1	plátno	100% CO	230	100	105,6	0,56	0,0301
S2	plátno	100% CO	230	150	120,4	0,48	0,0434
S3	plátno	100% CO	230	190	140,0	0,47	0,0531
S4	plátno	100% CO	230	240	159,7	0,45	0,0719
S5	plátno	100% CO	230	260	164,7	0,49	0,0755

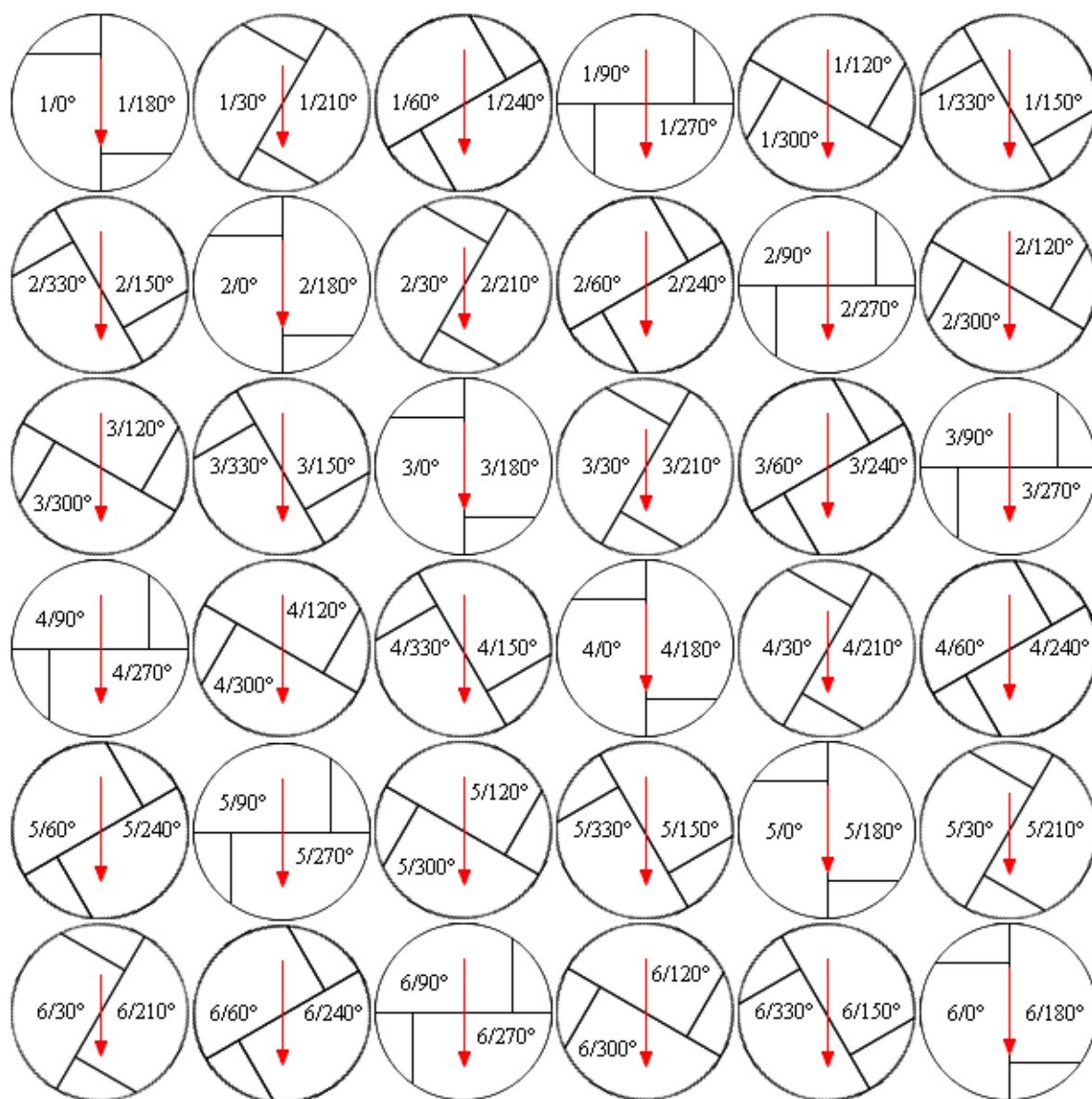
4.2. Charakteristika použitých zařízení

4.2.1. Inovovaná metoda snímání úhlu zotavení

Cílem inovované metody snímání úhlu zotavení je lepší simulace skutečného zmačkání během nošení. Díky webkameře je zachycen úhel zotavení v první vteřině po sejmutí závaží a následně v pravidelných časových intervalech. Úhel zotavení je měřen nejen ve směru osnovy a útku, ale i v ostatních směrech, vždy po 30 stupních.

a) Vzorky

Vzorky odebírané pro měření mají tvar půlkruhu o poloměru 4,5cm. Jsou odebírány vždy po třiceti stupních, tedy ve směru $0^\circ/180^\circ$, $30^\circ/210^\circ$, $60^\circ/240^\circ$, $90^\circ/270^\circ$, $120^\circ/300^\circ$ a $150^\circ/330^\circ$. Místo přehnutí vzorku je ve vzdálenosti jeden cm od okraje. Pro každý stupeň je odebráno celkem šest vzorků dle obrázku č.6.



Obrázek č. 6: Odebírání vzorků

b) Podmínky měření

Doba zatížení (t_z) půlkruhového vzorku je 5 minut. Doba relaxace (t_r) vzorku po sejmutí závaží je také 5 minut.

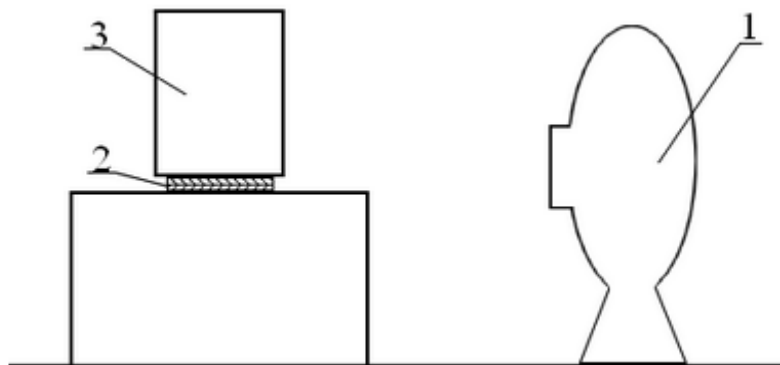
Během relaxace zaznamená webkamera celkem 24 fotografií. V prvních deseti sekundách po sejmutí závaží zaznamenává jednu fotografii každou sekundu, tedy deset fotografií. Následně jednu fotografii každých pět sekund do uplynutí jedné minuty od sejmutí závaží, tedy také deset fotografií. Po uplynutí jedné minuty začne webkamera zaznamenávat fotografie každou minutu až do ukončení doby relaxace.

c) Princip měření

Princip měření inovovanou metodou snímání úhlu zotavení je znázorněn na obrázku č. 7. Spočívá v přehnutí zkoušeného vzorku (2) v dané délce, jeho zatížení závažím (3) po určitou dobu a následném sejmutí závaží. Po celou dobu zkoušky je vzorek snímán webkamerou (1), která převádí a ukládá obraz do počítače.

Zkoušený vzorek textilie je umístěn a upevněn na podložku před webkamerou, která jej bude snímat. Vzorek je v dané délce přehnut a zatížen závažím, které na něj působí silou po dobu zatížení.

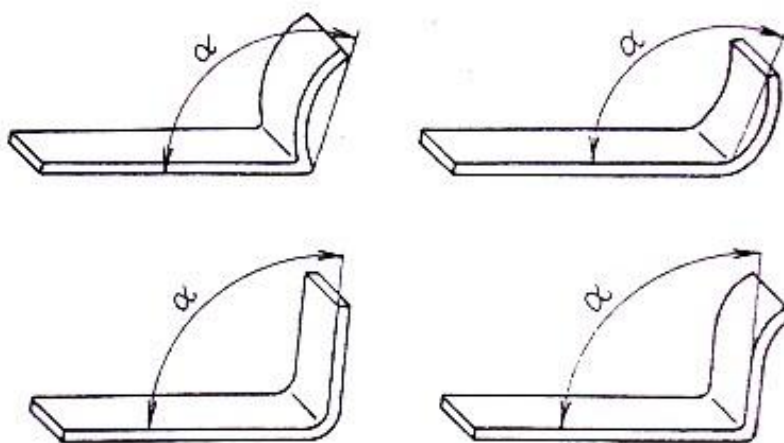
Po uplynutí doby zatížení je závaží ze vzorku sejmut a webkamera v první sekundě po sejmutí zaznamená okamžitý úhel zotavení. Po uplynutí deseti vteřin relaxace, kdy webkamera zaznamená každou vteřinu obraz zkoušeného vzorku, začne snímat obraz po pěti vteřinách. Zachytí deset snímků a následně čtyři snímky po jedné minutě. Webkamera tedy během doby relaxace zachytí celkem čtyřiadvacet snímků, které jsou použity k vyhodnocení v programu Nis Elements AR.



Obrázek č. 7.: Snímání webkamerou

d) Měření úhlu zotavení

Při měření úhlu zotavení je důležité změřit úhel správně. Po sejmutí závaží může docházet k různým deformacím volného ramene vzorku. V tomto případě je nutné zachovávat stejný způsob měření úhlu zotavení u všech vzorků, aby výsledky byly porovnatelné. Měření úhlu zotavení vychází se způsobu měření, které uvádí Sochor [2, s. 199]. Způsoby měření úhlu zotavení jsou znázorněné na obrázku č. 8.










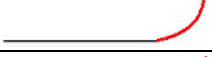





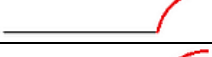

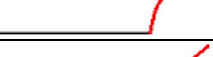
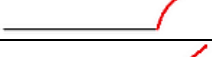
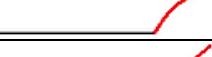
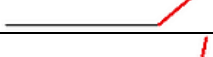
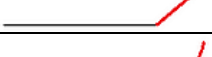
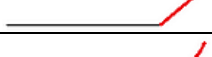
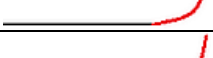
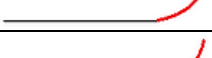
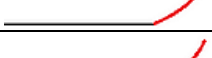

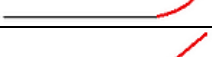
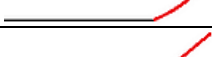
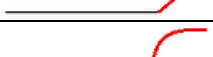
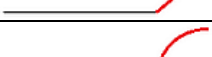
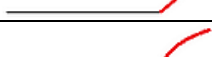




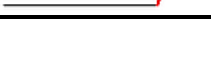

Obrázek č. 8: Způsoby měření úhlu zotavení při deformacích vzorků

V případě tohoto experimentálního měření se u materiálů S1 a S2 vyskytly výraznější deformace volného ramene vzorku při měření mačkovosti pod úhly 30°, 60°, 120°, 150°, 210°, 240°, 300° a 330°. U materiálu S3 byly deformace ve stejných úhlech menší, u materiálů S4 a S5 se tyto deformace nevyskytovaly vůbec.

Je tedy patrné, že čím nižší je dostava útku, tím větší jsou deformace volného ramene vzorku. Se zvyšující se dostavou útku deformace mizí.

V tabulce č. 4 jsou znázorněny typy deformací, které se u materiálů S1, S2 a S3 vyskytly.

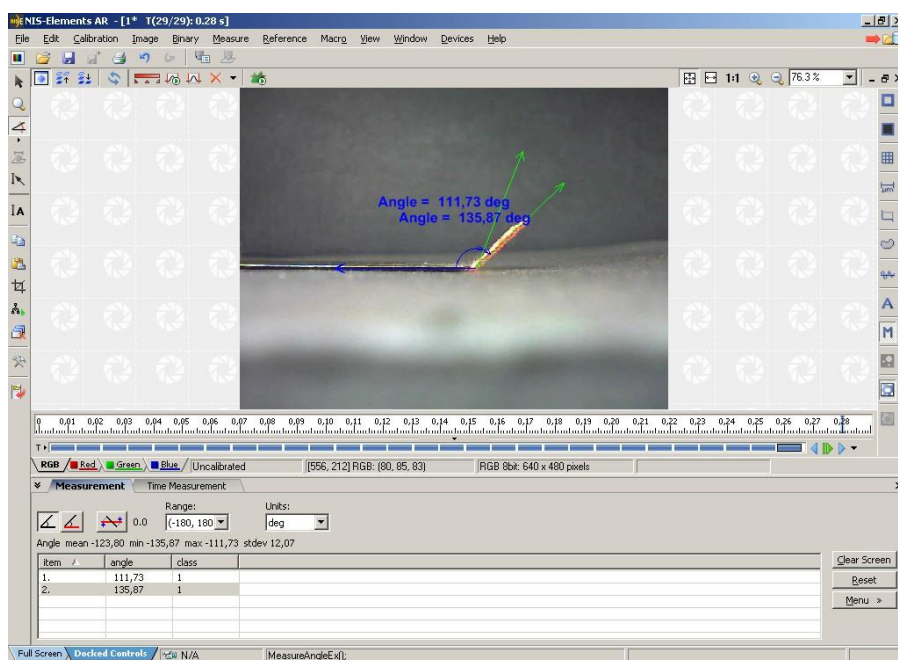
Tabulka č. 4: Typy deformací

S1		S2		S3	
0°		0°		0°	
30°		30°		30°	
60°		60°		60°	
90°		90°		90°	
120°		120°		120°	
150°		150°		150°	
180°		180°		180°	
210°		210°		210°	
240°		240°		240°	
270°		270°		270°	
300°		300°		300°	
330°		330°		330°	

4.2.2. Měření úhlu zotavení v programu Nis Elements AR

Úhel zotavení byl měřen v programu Nis Elements AR. Tento program má funkci „measure free angle“, která umožňuje měření úhlu zotavení na fotografii pořízené webkamerou. V programu Nis Elements AR byly změřeny úhly zotavení vždy v jedné sekundě a ve třísté sekundě po sejmutí závaží. Získané hodnoty byly exportovány do programu Microsoft Office Excel, kde byly následně vyhodnoceny.

Na obrázku č. 9 je program Nis Elements AR, ve kterém je měřen vzorek po 300 sekundách relaxace. První zelená šipka ukazuje úhel α_0 v první sekundě po sejmutí závaží.



Obrázek č. 9: Program Nis Elements AR

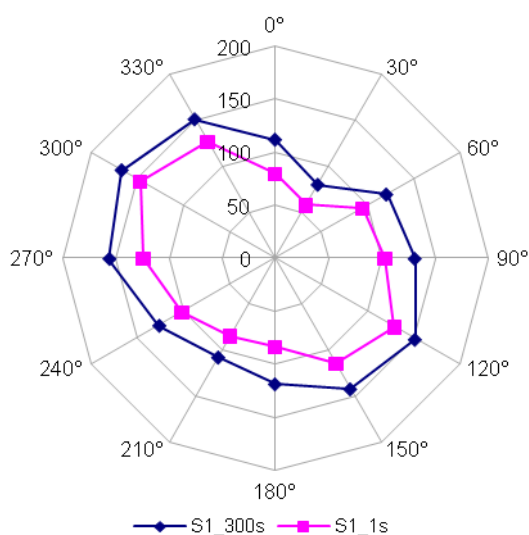
4.3. Vyhodnocení vlivu dostavy na mačkovost textilií

Dostava je jedním z faktorů, které významně ovlivňují mačkovost tkaniny. Úhel zotavení nebyl zjišťován pouze ve směru osnovy a útku, ale i ve směrech 30/210°, 60°/240°, 120°/300° a 150°/330°. Měřením úhlu zotavení v těchto směrech bylo docíleno lepší simulace pomačkání během nošení oděvu. Velikost úhlu zotavení naměřená ve všech směrech je uvedena v příloze č. 2. Průměrné hodnoty úhlu zotavení v první sekundě α_0 a ve třetí sekundě α_{300} jsou uvedeny v tabulce č. 5.

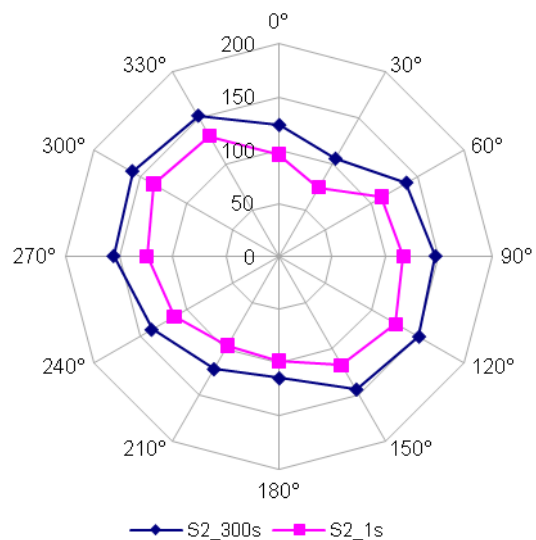
Tabulka č. 5: Průměrné hodnoty úhlu zotavení pro jednotlivé materiály

směr	S1		S2		S3		S4		S5	
	α_0 [°]	α_{300} [°]	α_0 [°]	α_{300} [°]	α_0 [°]	α_{300} [°]	α_0 [°]	α_{300} [°]	α_0 [°]	α_{300} [°]
0°	79,89	112,24	95,76	122,62	96,37	130,57	97,39	130,80	97,18	129,94
30°	58,36	80,53	75,09	105,27	114,53	142,11	102,81	130,52	106,35	131,20
60°	95,02	121,14	111,70	137,40	111,11	136,37	107,97	133,14	108,25	133,29
90°	102,90	131,70	116,76	146,20	98,71	134,62	100,31	132,04	104,07	134,29
120°	129,16	152,31	126,96	151,12	95,48	122,93	101,07	128,61	109,36	133,98
150°	114,16	141,75	117,65	144,40	111,06	135,82	122,16	145,45	106,58	129,28
180°	83,40	118,08	98,19	114,59	110,80	148,35	104,86	137,94	106,70	136,22
210°	84,62	107,23	96,29	122,36	127,48	151,11	118,27	142,86	112,11	136,60
240°	101,21	125,94	113,29	138,12	123,11	148,64	119,20	143,26	115,79	140,59
270°	123,97	156,10	123,56	155,19	106,02	138,25	105,60	136,26	109,48	139,00
300°	146,10	166,98	135,32	158,90	107,94	132,02	111,32	135,98	121,47	143,74
330°	127,13	151,64	130,11	151,70	105,41	131,82	107,51	133,89	117,32	141,90
Ø	103,83	130,47	111,72	137,32	109,00	137,72	108,21	135,90	109,55	135,83

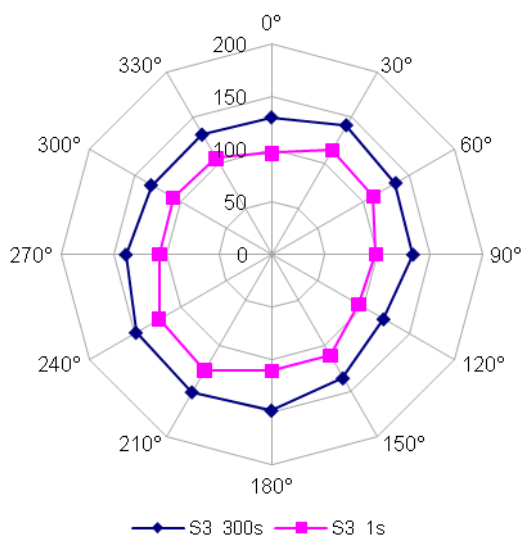
Na grafech 1. – 5. je znázorněna anizotropie úhlu zotavení tkaniny. Anizotropií se označuje závislost fyzikálních vlastností látek na směru, ve kterém bylo provedeno měření. V tomto případě tedy závislost úhlu zotavení na směru, ve kterém byl úhel měřen.



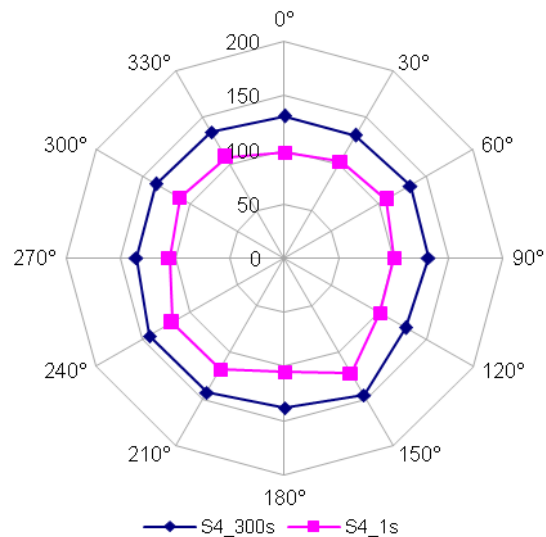
Graf č. 1: Anizotropie úhlu zotavení S1 v 1s a 300s



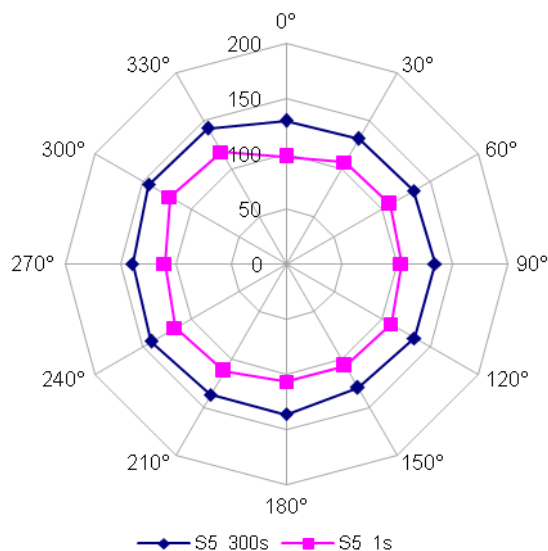
Graf č. 2: Anizotropie úhlu zotavení S2 v 1s a 300s



Graf č. 3: Anizotropie úhlu zotavení S3 v 1s a 300s



Graf č. 4: Anizotropie úhlu zotavení S4 v 1s a 300s



Graf č. 5: Anizotropie úhlu zotavení S2 v 1s a 300s

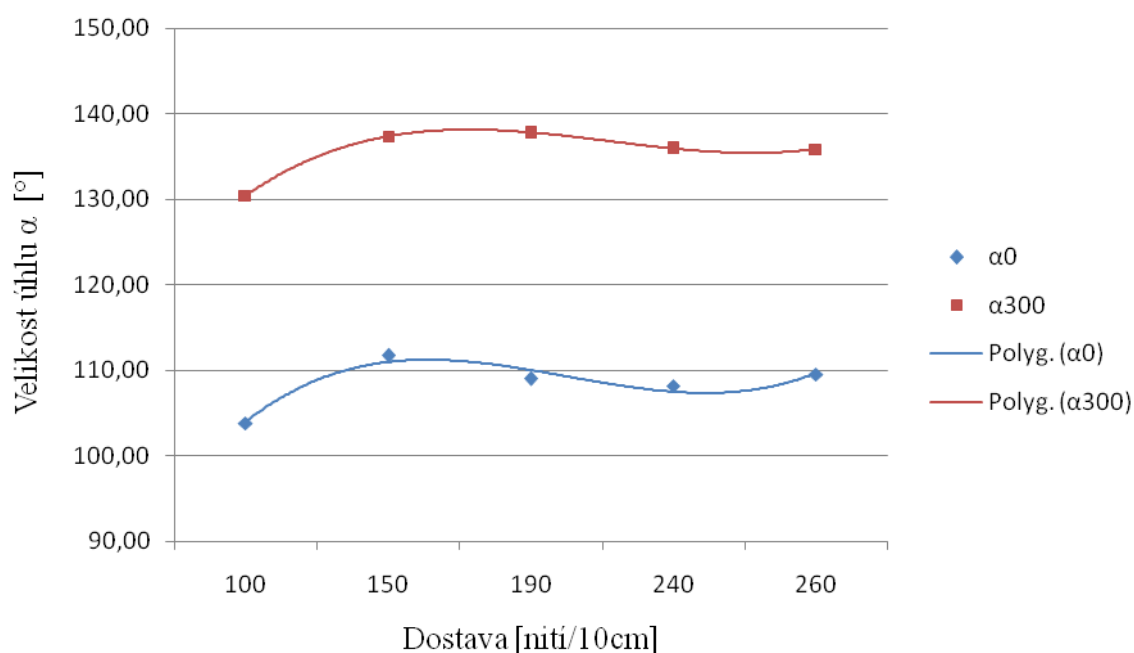
Materiály S1 a S2, jejichž dostava útku je výrazně nižší než dostava osnovy, vykazují menší rovnoměrnost úhlu zotavení, především v úhlech 30° a 210° je velikost úhlu zotavení velmi nízká. Vlivem zvyšující se dostavy útku došlo k menšímu zotavení ve směru 120°/300°. Naopak ve směru 30°/210° se velikost úhlu zotavení zvýšila. Celkově je úhel zotavení ve všech směrech rovnoměrnější se zvyšující se dostavou útku, jak je patrné z polárních diagramů č. 3 a 4 pro materiály S3 a S4.

U materiálu S5, jehož dostava útku je vyšší než dostava osnovy, je úhel zotavení nejrovnoměrnější ve všech směrech.

Na grafech č. 6 – 8 je znázorněna závislost úhlu zotavení na dostavě, tloušťce materiálu a plošné hmotnosti materiálu. Při sestavování grafů bylo vycházeno z průměrných hodnot úhlu zotavení materiálů S1 – S5 v první a třetí sekundě po sejmutí závaží ze vzorku. Tyto průměrné hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 6. Všechny naměřené hodnoty úhlu zotavení jsou uvedeny v příloze č. 2.

Tabulka č. 6: Průměrné hodnoty úhlu zotavení α_0 a α_{300}

Materiál	S1	S2	S3	S4	S5
α_0 [°]	103,83	111,72	109,00	108,21	109,55
α_{300} [°]	130,47	137,32	137,72	135,90	135,83

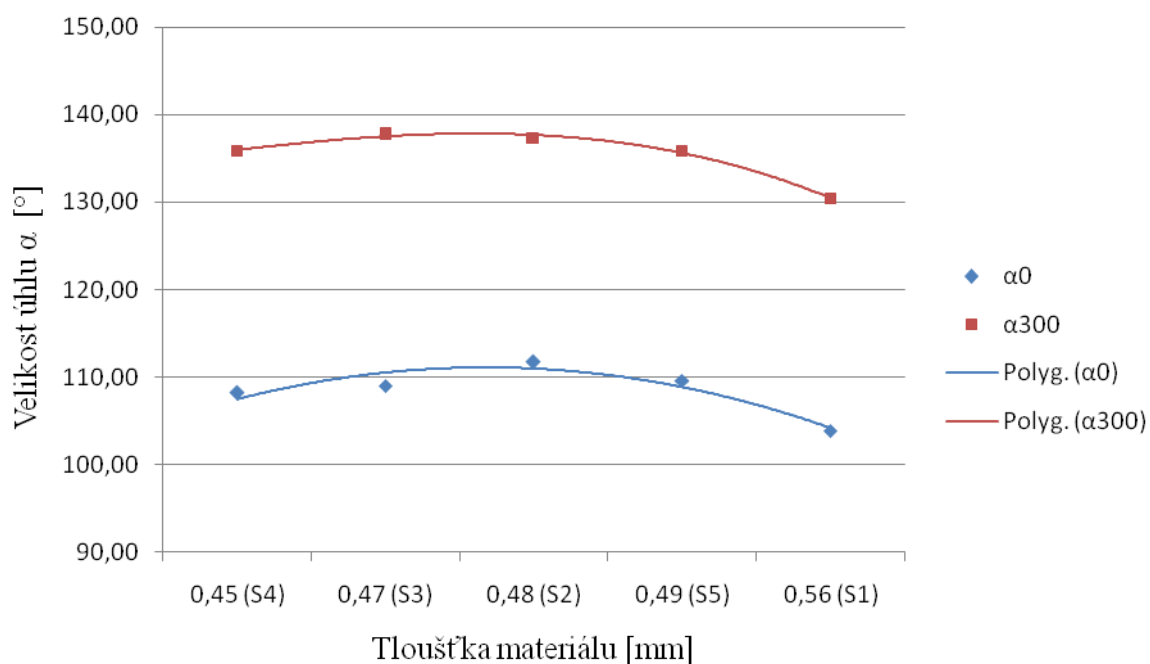


Graf č. 6: Závislost úhlu zotavení na dostavě

Graf č. 6 vyjadřuje závislost úhlu zotavení na dostavě materiálu. Z grafu je patrné, že materiál S1, jehož dostava útku je 100 nití na 10 cm, tedy nejnižší ze zkoušených materiálů, dosahuje nejnižšího úhlu zotavení jak v první tak ve třetí sekundě. Jeho mačkavost je tedy nejvyšší. Se zvyšující se dostavou se zvětšuje i úhel zotavení, tedy mačkavost klesá.

Materiály S4 a S5 mají dostavu útku vyšší než dostavu osnovy. Z grafu vyplývá, že tyto materiály, jejichž dostava útku převyšuje dostavu osnovy, mají úhel zotavení nižší.

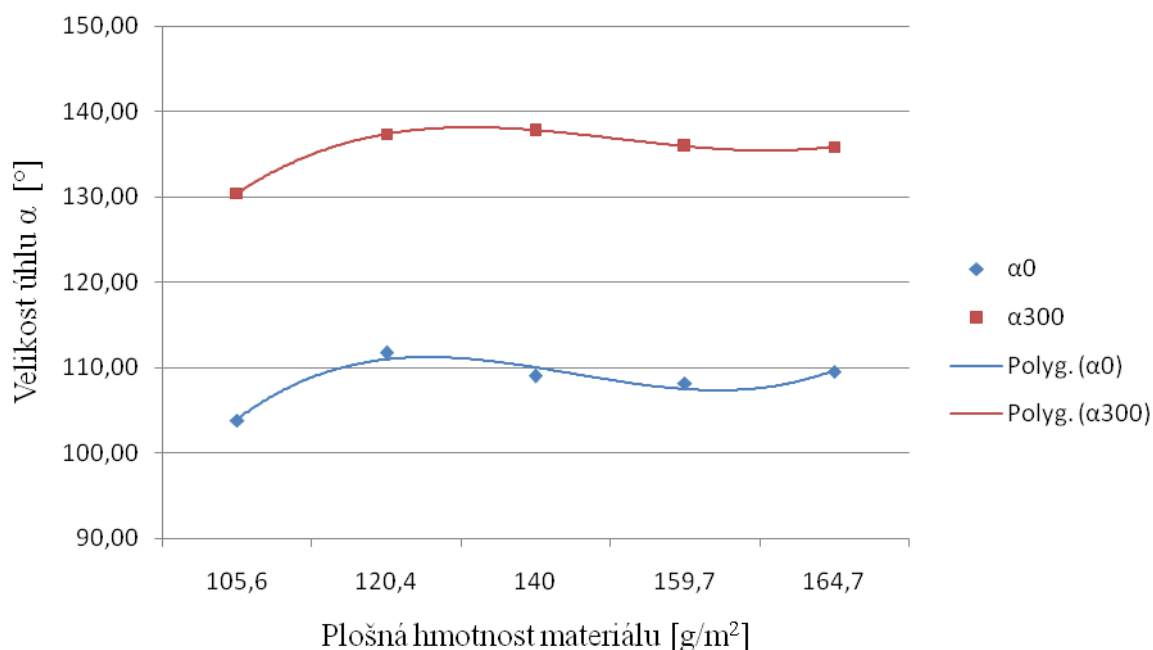
Dá se tedy říci, že největšího úhlu zotavení, tedy nejnižší mačkavosti dosahuje textilie, jejíž dostava útku se blíží dostavě osnovy, ale nepřevyšuje ji. V tomto případě je to materiál S3. Dostava osnovy u materiálu S3 je 230 nití na 10 cm a dostava útku je 190 nití na 10 cm.



Graf č. 7: Závislost úhlu zotavení na tloušťce materiálu

Na grafu č. 7 je znázorněna závislost úhlu zotavení na tloušťce materiálu. Největší tloušťku má materiál S1, se zvyšující se dostavou útku tloušťka materiálu klesá. Nejnižší tloušťky dosahuje materiál S4, jehož dostava útku převyšuje dostavu osnovy o 1 nit na 1 cm. Dostava útku u materiálu S5 převyšuje dostavu osnovy o 3 nitě na 1 cm, tloušťka tohoto materiálu se oproti předchozímu opět zvyšuje.

Z grafu je patrné, že nejvyššího úhlu zotavení v první sekundě po sejmutí závaží dosahuje materiál S2, ve třetí sekundě po sejmutí závaží vykazuje nejvyšší úhel zotavení materiál S3.



Graf č. 8: Závislost úhlu zotavení na plošné hmotnosti materiálu

Graf č. 8 vyjadřuje závislost úhlu zotavení na plošné hmotnosti. Se zvyšující se dostavou útku se zároveň zvyšuje i plošná hmotnost textilie. Je tedy zřejmé, že závislost úhlu zotavení na plošné hmotnosti materiálu je zcela shodná se závislostí úhlu zotavení na dostavě.

Se zvyšující se plošnou hmotností materiálu se zvyšuje i úhel zotavení, mačkavost tedy klesá. U materiálu S4 a S5 dostava útku převyšuje dostavu osnovy a plošná hmotnost je nejvyšší ze zkoušených materiálů. Úhel zotavení těchto materiálů se snižuje, mačkavost materiálů S4 a S5 stoupá.

Grafy 6 – 8 vyjadřují závislost úhlu zotavení na dostavě, tloušťce a plošné hmotnosti materiálu. Z grafů je patrné, že se zvyšující se dostavou stoupá úhel zotavení a mačkavost klesá. U materiálů, jejichž dostava útku převyšuje dostavu osnovy, úhel zotavení klesá a mačkavost se tedy opět zvyšuje.

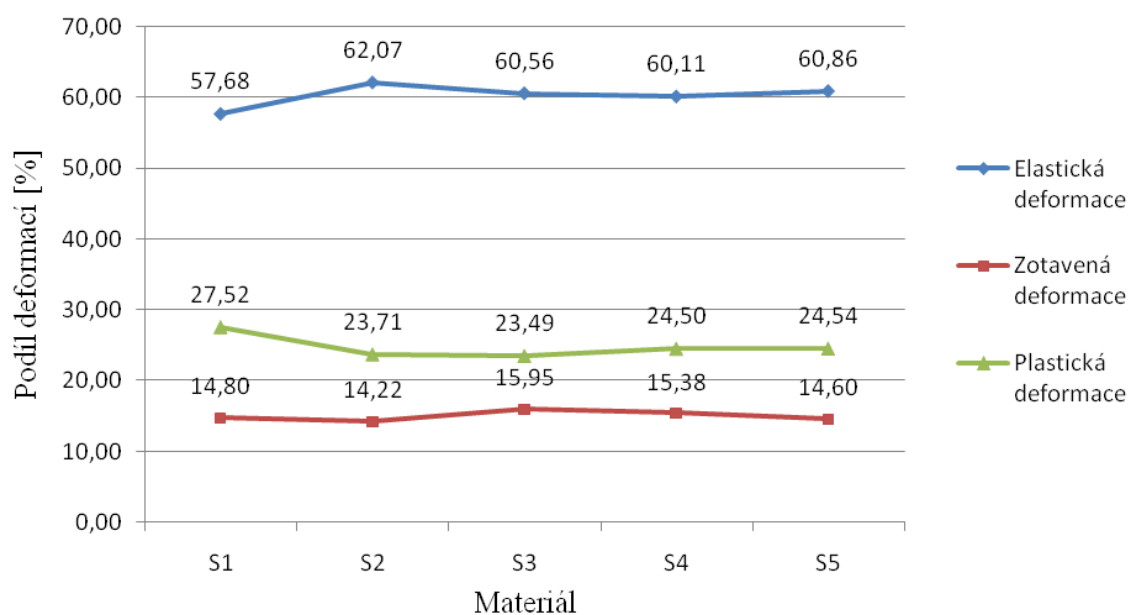
4.4. Podíl deformací vzniklých při pomačkání textilie

Jak již bylo řečeno, působením síly, teploty a vlhkosti na zkoušený vzorek textilie vznikají tři typy deformací. Deformace elastické (vratné), zotavené nebo také viskoelastické a plastické (nevratné, trvalé). Vztahy pro výpočet deformací jsou uvedeny v kapitole 3.

V tabulce č. 7 je uveden průměrný podíl elastické, zotavené a plastické deformace v procentech pro jednotlivé materiály. Pro výpočet podílu elastické, zotavené a plastické deformace byly použity hodnoty průměrného úhlu zotavení α_0 a α_{300} , uvedené v tabulce č. 5. Průměrné podíly deformací jsou vypočtené z velikostí deformací pro každý měřený úhel. Velikost elastické, zotavené a plastické deformace pro všechny měřené úhly je uvedena v příloze č. 3 – 5. Průměrné podíly elastické, zotavené a plastické deformace pak lépe zobrazuje graf č. 9.

Tabulka č. 7: Podíl deformací

Typ deformace	S1	S2	S3	S4	S5
Elastická deformace ε_E [%]	57,68	62,07	60,56	60,11	60,86
Zotavená deformace ε_Z [%]	14,80	14,22	15,95	15,38	14,60
Plastická deformace ε_P [%]	27,52	23,71	23,49	24,50	24,54



Graf č. 9: Podíl deformací

Z grafu č. 9 je patrné, že největšího podílu dosahuje deformace elastická, která se projeví okamžitě po sejmutí závaží ze vzorku a nezanechává na materiálu patrné poškození. Elastická deformace je dokonale vratná a závisí především na velikosti síly, která působí na vzorek po dobu zatížení a také na délce doby zotavení.

Materiál S1 vykazuje nejnižší podíl elastické deformace, 57,68%. Naopak podíl elastické deformace u materiálu S2 je oproti S1 zvýšený o 4,39%.

Deformací s druhým největším procentním podílem je deformace plastická, která je trvalá a dokonale nevratná. Plastická deformace je závislá na čase, po který je vzorek zatížen závažím. U materiálu S1, jehož dostava útku byla nejnižší z měřených materiálů, je podíl plastické deformace nejvyšší a to 27,52%.

Deformací s nejnižším procentním podílem je deformace zotavená, která narůstá během zatížení vzorku a po sejmutí závaží postupně mizí. K narovnání vzorku tedy nedochází okamžitě, ale během doby relaxace vzorku.

Z grafu se dá usuzovat, že nejméně mačkovými jsou materiály S2 a S3. Materiál S2 vykazuje nejvyšší procento elastické deformace. U materiálu S3 je elastická deformace o 1,51% nižší, ale zároveň materiál S3 vykazuje nejnižší procento plastické deformace. Materiál S1 s nejnižší dostavou útku a materiály S4 a S5, jejich dostava útku převyšuje dostavu osnovy, se jeví oproti materiálům S2 a S3 jako více mačkové.

4.5. Kvalitní číslo K

Z úhlů α_0 a α_{300} lze vypočítat také kvalitní číslo K. Výpočtem čísla K je získána jedna hodnota pro každý měřený materiál, která udává celkovou kvalitu textilie. Čím vyšší je kvalitní číslo K, tím menší je mačkovost textilie. Kvalitní číslo K je možné uvádět pro každý směr zvlášť nebo pro průměrnou hodnotu úhlu zotavení.

V tomto případě byly pro výpočet kvalitního čísla použity průměrné hodnoty úhlu zotavení v první a třísté sekundě po sejmutí závaží ze vzorku, uvedené v tabulce č.8.

Vztah pro výpočet kvalitního čísla K uvádí Sommer a Winkler.^[12]

$$K = \frac{\alpha_0 \alpha_{300}}{324} \quad (9)$$

kde:

K – kvalitní číslo [%],

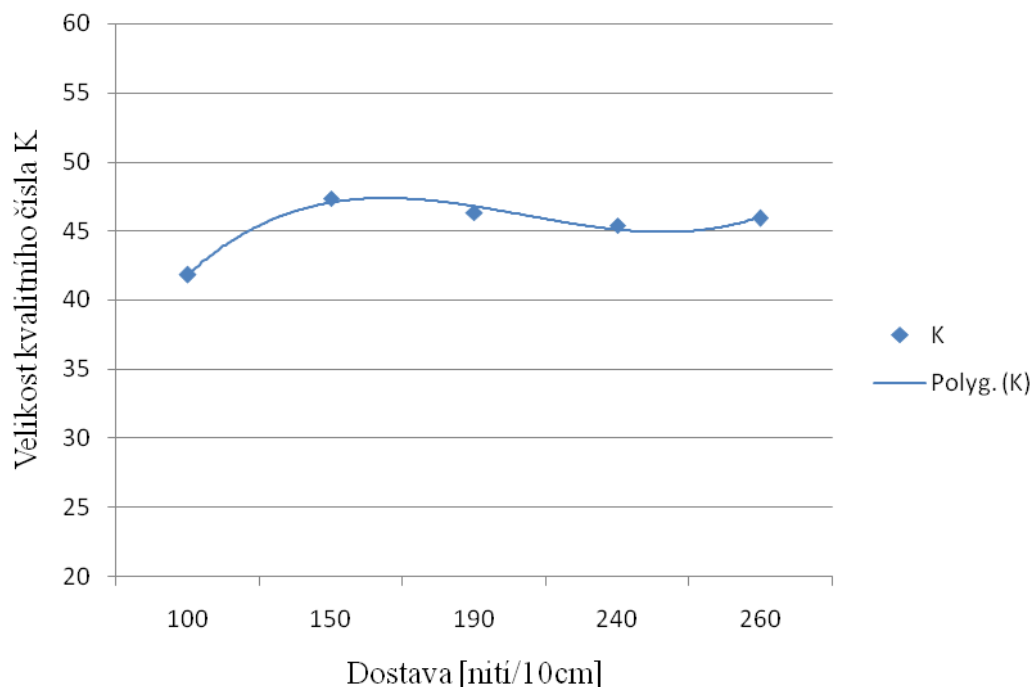
α_0 – průměrný úhel zotavení v první sekundě po sejmutí závaží [°],

α_{300} – průměrný úhel zotavení ve třísté sekundě po sejmutí závaží [°].

Při výpočtu kvalitního čísla K bylo vycházeno z průměrných hodnot úhlu zotavení v první a třísté sekundě po sejmutí závaží ze vzorku. V tabulce č. 8 jsou uvedeny průměrné hodnoty, ze kterých bylo vycházeno a velikost kvalitního čísla K pro materiály S1 – S5.

Tabulka č. 8: Kvalitní číslo K

Materiál	S1	S2	S3	S4	S5
α_0 [°]	103,83	111,72	109,00	108,21	109,55
α_{300} [°]	130,47	137,32	137,72	135,90	135,83
K [%]	41,81	47,35	46,33	45,39	45,93



Graf č. 10: Závislost kvalitního čísla K na dostavě

Graf č. 10 vyjadřuje závislost kvalitního čísla K na dostavě materiálu. Materiál S1, jehož dostava útku je nejnižší z měřených materiálů vykazuje nejnižší kvalitní číslo, 41,81%. Se zvyšující se dostavou útku kvalitní číslo K stoupá. Rozdíl v kvalitním čísle mezi materiály S2 a S3 je pouze 1%. Materiály S2 a S3 vykazují nejvyšší kvalitní číslo K.

U materiálů S4 a S5, kde dostava útku převyšuje dostavu osnovy, kvalitní číslo K začíná opět klesat. Nejvyššího kvalitního čísla, tedy nejvyšší kvality dosahují materiály, jejichž dostava útku se přibližuje dostavě osnovy.

Z porovnání grafu č. 10 a grafu č. 6 je zřejmé, že závislost kvalitního čísla K na dostavě je téměř shodná se závislostí úhlu zotavení na dostavě. Dá se tedy říci, že dostava velkou měrou ovlivňuje mačkovost a tedy i kvalitu materiálu.

Závěr

Cílem této práce bylo zjistit vliv dostavy na mačkavost textilie pomocí inovované metody snímání úhlu zotavení. Díky webkameře umožňuje inovovaná metoda snímání úhlu zotavení zachycení úhlu zotavení v první sekundě po sejmutí závaží. Úhel zotavení nebyl měřen pouze ve směru osnovy a útku, ale i v dalších směrech, vždy po 30 stupních. Toto měření umožňuje lepší simulaci skutečného zmačkání během nošení oděvu.

Při zjišťování vlivu dostavy na mačkavost bylo hodnoceno 5 textilií se stejnou dostavou osnovy a různou dostavou útku. Vzorky ve tvaru půlkruhu byly odebírány ve směru $0^{\circ}/180^{\circ}$, $30^{\circ}/210^{\circ}$, $60^{\circ}/240^{\circ}$, $90^{\circ}/270^{\circ}$, $120^{\circ}/300^{\circ}$ a $150^{\circ}/330^{\circ}$. Pro každý směr bylo odebráno 6 vzorků. Vzorky byly proměřeny a webkamera zaznamenala celkem 24 snímků během doby relaxace. Snímky byly následně použity pro vyhodnocení v programu Nis Elements AR. Tento program umožňuje měření úhlu zotavení na fotografii pořízené webkamerou. V programu Nis Elements AR byl zjišťován úhel zotavení vždy v první a ve třetí sekundě po sejmutí závaží ze vzorku. Data byla exportována do programu Microsoft Office Excel, kde byla následně vyhodnocena.

Měřením bylo prokázáno, že dostava významně ovlivňuje mačkavost. Díky měření úhlu zotavení ve dvanácti směrech bylo též dokázáno, že materiály s nižší dostavou vykazují v některých směrech vyšší mačkavost než ve směru osnovy a útku. Materiály S1 a S2, jejichž dostava útku je nejnižší z měřených materiálů, vykazují nejvyšší mačkavost pod úhly 30° a 210° . Se zvyšující se dostavou útku u materiálů S3 a S4 došlo k menšímu zotavení ve směru $120^{\circ}/300^{\circ}$. Naopak ve směru $30^{\circ}/210^{\circ}$ se velikost úhlu zotavení u těchto materiálů zvýšila.

U materiálů S4 a S5, jejichž dostava útku je vyšší než dostava osnovy, je úhel zotavení ve všech dvanácti směrech nejrovnoměrnější.

Se zvyšující se dostavou útku se do určitého bodu zvyšuje i velikost úhlu zotavení. Dá se tedy říci, že materiály jejichž dostava útku se přibližuje dostavě osnovy, jsou méně mačkové než materiály jejichž dostava útku je mnohem nižší než dostava osnovy nebo naopak dostavu osnovy převyšuje.

Dále byl v práci zjišťován podíl deformací vzniklých při pomačkání textilie. Působením síly, teploty a vlhkosti na materiál vznikají deformace elastické, zotavené a plastické. Podíl deformací byl vypočten z průměrných hodnot úhlu zotavení v první a třetí sekundě po sejmutí závaží ze vzorku.

Bylo zjištěno, že největšího podílu dosahuje deformace elastická, deformaci s druhým nejvyšším podílem je deformace plastická a nejnižšího procentního podílu dosahuje deformace zotavená.

Materiál S1, jehož dostava útku je nejnižší z měřených materiálů, vykazuje nejvyšší plastickou deformaci a naopak nejnižší elastickou deformaci ze všech pěti měřených materiálů. Podíl plastické deformace u materiálu S1 je 27,52% a podíl elastické deformace S1 je 57,68%.

Se zvyšující se dostavou útku klesá podíl plastické deformace a podíl elastické deformace stoupá. U materiálu S5, jehož dostava útku je nejvyšší, vyšší než dostava osnovy, je podíl plastické deformace o 2,98% nižší než podíl deformace u materiálu S1. Podíl elastické deformace je naopak vyšší o 3,18%.

Výpočtem kvalitního čísla K pak bylo potvrzeno, že materiály s dostavou útku přibližující se dostavě osnovy, jsou kvalitnější než materiály, jejichž dostava útku je oproti dostavě osnovy o mnoho nižší nebo naopak dostavu osnovy převyšuje.

Inovovaná metoda snímání úhlu zotavení umožňuje objektivní hodnocení mačkavosti. Měření úhlu zotavení ve více směrech pak lépe simuluje skutečné zmačkání oděvu během nošení. Z naměřených a vyhodnocených dat bylo zjištěno, že materiály s dostavou útku blíží se k dostavě osnovy, jsou nejen méně mačkavé, ale zároveň při jejich mačkání vzniká méně trvalých, nevratných deformací. Vyšší podíl elastické deformace také vypovídá o jejich lepší schopnosti zotavení se.

Použitá literatura

- [1] Košková, B., Struktura a vlastnosti vláken. Liberec: VŠST, 1989.
- [2] Sochor, B., Mačkovost tkanin a její měření. Danielis, J a kol. Nová technika měření a zkoušení v textilním průmyslu. Praha: SNTL, 1957, s. 179-203.
- [3] Kovačič, V., Textilní zkušebnictví – díl II. Liberec: TUL, 2003.
- [4] Fleissig, J., Pešová, Z. Hodnocení mačkovosti textilií. Textil, 1975, roč. 30, č. 4, s. 138 - 140.
- [5] Fremelová, M., Vliv různého počtu příadních a skacích zákrutů bezvřetenové příze na žmolkování a mačkovost tkanin. Textil, 1976, roč. 31, č. 8, s. 292 – 294.
- [6] Raja Zaouali, Slah Msahli, Faouzi Sakli, Parameters influencing fabrics wrinkling [online]. August 2007 [cit. 27.3.2010]. Dostupné z: <http://www.indiantextilejournal.com/articles/FAdetails.asp?id=502>.
- [7] ČSN EN 22313. Zjišťování mačkovosti - schopnosti zotavení horizontálně složeného vzorku měřením úhlu zotavení. Praha: Český normalizační institut, 1994.
- [8] ČSN 80 0819. Zkoušení mačkovosti plošných textilií. Praha: Český normalizační institut, 1994. Zrušená norma. Platnost ukončena v červnu 1994.
- [9] Zelová, K., K problematice mačkovosti plošných textilií. SVOČ 2009.
- [10] Zelová, K., Fridrichová, L. INNOVATED METHOD OF MEASURING THE CREASE RECOVERY ANGLES OF TEXTILES, STRUTEX (Structure and structural mechanics of textile fabrics). Liberec: TUL, 2009.
- [11] Staněk, Nauka o textilních materiálech, díl 1, část 4. Vlastnosti délkových a plošných textilií, VŠST, Liberec 1988.
- [12] Sommer H., Winkler F., Die Prüfung der Textilien. Handbuch der Werkstoffprüfung, 1960, Band 5.

Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Metoda skládaného proužku	14
Obrázek č. 2: Úhel zotavení	15
Obrázek č. 3: Měření metodou AKU.....	18
Obrázek č. 4: Simulace deformací.....	20
Obrázek č. 5: Velikost úhlu α v závislosti na čase	20
Obrázek č. 6: Odebírání vzorků.....	23
Obrázek č. 7.: Snímání webkamerou.....	24
Obrázek č. 8: Způsoby měření úhlu zotavení při deformacích vzorků	25
Obrázek č. 9: Program Nis Elements AR.....	27

Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Hodnocení nemačkovosti.....	17
Tabulka č. 2: Stav vzorků pro hodnocení nemačkovosti.....	18
Tabulka č. 3: Charakteristika hodnocených materiálů	22
Tabulka č. 4: Typy deformací.....	26
Tabulka č. 5: Průměrné hodnoty úhlu zotavení pro jednotlivé materiály	27
Tabulka č. 6: Průměrné hodnoty úhlu zotavení α_0 a α_{300}	29
Tabulka č. 7: Podíl deformací.....	33
Tabulka č. 8: Kvalitní číslo K.....	35

Seznam grafů

Graf č. 1: Anizotropie úhlu zotavení S1 v 1s a 300s	28
Graf č. 2: Anizotropie úhlu zotavení S2 v 1s a 300s	28
Graf č. 3: Anizotropie úhlu zotavení S3 v 1s a 300s	28
Graf č. 4: Anizotropie úhlu zotavení S4 v 1s a 300s	28
Graf č. 5: Anizotropie úhlu zotavení S2 v 1s a 300s	29
Graf č. 6: Závislost úhlu zotavení na dostavě.....	30
Graf č. 7: Závislost úhlu zotavení na tloušťce materiálu.....	31
Graf č. 8: Závislost úhlu zotavení na plošné hmotnosti materiálu	32
Graf č. 9: Podíl deformací	33
Graf č. 10: Závislost kvalitního čísla K na dostavě.....	35

Přílohy

Příloha č. 1.: Charakteristika materiálů

S1		
Vazba	plátňová	
Materiálové složení	100% CO	
Do [nití/10cm]	230	
Dú [nití/10cm]	100	
Mp [g/m2]	105,6	
h [mm]	0,56	
B [g.cm2/cm]	0,0301	

S2		
Vazba	plátňová	
Materiálové složení	100% CO	
Do [nití/10cm]	230	
Dú [nití/10cm]	150	
Mp [g/m2]	120,4	
h [mm]	0,48	
B [g.cm2/cm]	0,0434	

S3		
Vazba	plátňová	
Materiálové složení	100% CO	
Do [nití/10cm]	230	
Dú [nití/10cm]	190	
Mp [g/m2]	140,0	
h [mm]	0,47	
B [g.cm2/cm]	0,0531	

S4		
Vazba	plátnová	
Materiálové složení	100% CO	
Do [nití/10cm]	230	
Dú [nití/10cm]	240	
Mp [g/m2]	159,7	
h [mm]	0,45	
B [g.cm2/cm]	0,0719	

S5		
Vazba	plátnová	
Materiálové složení	100% CO	
Do [nití/10cm]	230	
Dú [nití/10cm]	260	
Mp [g/m2]	164,7	
h [mm]	0,49	
B [g.cm2/cm]	0,0755	

Příloha č. 2.: Velikost úhlu zotavení v 1s a 300s

S1	$\alpha 0 [^\circ]$							$\alpha 300 [^\circ]$							v	s	\emptyset	v
	1	2	3	4	5	6	\emptyset	s	v	1	2	3	4	5	6	\emptyset	s	v
0°	63,29	82,03	77,47	84,13	85,21	87,18	79,89	8,01	0,10	93,96	116,08	113,31	114,21	118,10	117,77	112,24	8,36	0,07
30°	65,82	41,25	63,56	50,86	62,62	66,04	58,36	9,21	0,16	93,06	58,18	87,77	75,82	82,49	85,84	80,53	11,28	0,14
60°	96,97	84,53	103,89	87,46	100,38	96,89	95,02	6,85	0,07	123,35	110,38	134,33	111,50	126,09	121,18	121,14	8,29	0,07
90°	103,76	111,61	109,03	100,21	112,00	80,79	102,90	10,75	0,10	137,02	136,17	137,08	128,22	136,51	115,17	131,70	8,02	0,06
120°	129,55	131,99	126,50	128,04	131,36	127,51	129,16	2,00	0,02	153,81	154,23	147,47	153,32	154,97	150,06	152,31	2,66	0,02
150°	119,42	120,69	104,60	109,36	114,57	116,31	114,16	5,62	0,05	147,83	144,66	137,82	137,39	142,24	140,57	141,75	3,69	0,03
180°	74,47	81,78	80,39	82,75	91,55	89,43	83,40	5,70	0,07	112,42	115,76	115,56	118,40	121,50	124,86	118,08	4,11	0,03
210°	87,43	73,78	84,19	100,55	74,14	87,61	84,62	9,11	0,11	113,63	95,71	109,36	119,54	97,61	107,50	107,23	8,39	0,08
240°	95,25	105,99	98,63	107,10	97,05	103,24	101,21	4,49	0,04	120,76	128,90	121,73	131,11	124,46	128,66	125,94	3,87	0,03
270°	122,14	119,62	126,99	123,44	125,98	125,67	123,97	2,54	0,02	164,00	148,78	163,30	152,83	154,13	153,56	156,10	5,61	0,04
300°	147,22	153,05	140,81	146,73	139,67	149,13	146,10	4,63	0,03	166,97	172,91	158,68	167,69	167,21	168,40	166,98	4,22	0,03
330°	123,00	135,57	131,61	124,78	120,21	127,63	127,13	5,20	0,04	147,46	160,97	155,45	149,12	146,16	150,69	151,64	5,10	0,03

S2	$\alpha 0 [^\circ]$							$\alpha 300 [^\circ]$							v	s	\emptyset	v
	1	2	3	4	5	6	\emptyset	s	v	1	2	3	4	5	6	\emptyset	s	v
0°	102,09	94,69	90,54	96,50	87,97	102,78	95,76	5,46	0,06	126,09	120,29	119,16	126,34	118,53	125,29	122,62	3,35	0,03
30°	56,23	85,95	69,92	82,71	78,85	76,90	75,09	9,80	0,13	86,41	116,33	104,22	109,62	105,10	109,94	105,27	9,31	0,09
60°	114,91	119,74	99,41	116,23	107,32	112,60	111,70	6,66	0,06	141,77	140,77	125,71	139,97	133,83	142,35	137,40	5,93	0,04
90°	114,31	120,07	110,40	115,86	118,32	121,57	116,76	3,74	0,03	144,76	150,95	136,56	145,41	147,71	151,78	146,20	5,03	0,03
120°	129,70	138,39	122,84	122,25	119,23	129,34	126,96	6,36	0,05	152,59	158,60	146,83	145,88	146,92	155,92	151,12	4,91	0,03
150°	117,82	115,28	112,07	119,54	122,70	118,48	117,65	3,33	0,03	144,21	142,78	138,44	145,78	148,89	146,31	144,40	3,26	0,02
180°	87,83	92,17	102,31	97,33	109,79	99,72	98,19	7,05	0,07	117,85	62,15	127,17	121,38	132,33	126,66	114,59	23,89	0,21
210°	103,13	96,18	94,16	95,27	95,71	93,28	96,29	3,21	0,03	129,08	121,76	122,47	117,92	119,74	123,21	122,36	3,48	0,03
240°	106,23	115,45	118,44	111,56	113,14	114,89	113,29	3,80	0,03	130,69	138,24	143,75	137,10	136,47	142,46	138,12	4,27	0,03
270°	121,89	121,44	120,86	128,04	126,21	122,89	123,56	2,65	0,02	147,49	154,46	153,82	161,64	156,84	156,87	155,19	4,26	0,03
300°	139,62	138,99	133,93	127,08	132,60	139,69	135,32	4,62	0,03	162,65	160,87	159,81	149,29	159,15	161,65	158,90	4,45	0,03
330°	132,27	135,00	130,20	121,87	133,25	128,04	130,11	4,29	0,03	156,39	156,32	150,56	144,28	152,10	150,53	151,70	4,11	0,03

S3	α0 [°]							α300 [°]							v	s	Ø	6	5	4	3	2	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	1	2	3	4	5	6	Ø	s	v	1	2	3	4	5										6	Ø	s	v																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
0°	79,13	96,95	98,25	100,30	98,17	105,41	96,37	8,18	0,08	111,34	134,60	133,93	134,07	132,24	137,23	130,57	8,72	0,07																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																

	$\alpha 0 [^\circ]$										$\alpha 300 [^\circ]$									
	1	2	3	4	5	6	ϕ	s	v		1	2	3	4	5	6	ϕ	s	v	
S5	101,15	94,72	99,23	93,48	101,20	93,27	97,18	3,44	0,04		136,37	128,56	130,89	127,43	129,74	126,62	129,94	3,20	0,02	
0°	105,42	109,65	105,11	96,18	114,62	107,10	106,35	5,56	0,05		133,45	135,63	133,45	125,70	136,03	122,96	131,20	5,02	0,04	
30°	115,92	101,58	115,35	101,31	107,47	107,85	108,25	5,81	0,05		140,19	128,33	140,77	127,54	127,16	135,73	133,29	5,84	0,04	
60°	103,21	102,62	97,89	105,80	108,26	106,65	104,07	3,37	0,03		133,85	133,05	132,06	136,03	134,50	136,25	134,29	1,51	0,01	
90°	115,56	97,88	111,87	112,77	107,76	110,31	109,36	5,65	0,05		142,16	122,54	135,60	135,63	132,09	135,83	133,98	5,92	0,04	
120°	114,61	106,74	99,28	104,98	106,15	107,73	106,58	4,51	0,04		136,87	130,70	118,75	128,16	129,15	132,05	129,28	5,47	0,04	
150°	101,37	105,75	105,31	106,98	105,03	115,75	106,70	4,40	0,04		131,83	135,42	135,19	137,39	135,95	141,54	136,22	2,91	0,02	
180°	110,90	115,80	111,04	118,04	103,19	113,71	112,11	4,72	0,04		138,77	137,73	136,09	144,18	124,20	138,62	136,60	6,08	0,04	
210°	114,11	112,72	116,37	115,92	117,94	117,68	115,79	1,86	0,02		140,53	136,49	140,55	141,20	142,95	141,82	140,59	2,01	0,01	
240°	98,45	112,16	114,12	111,49	109,29	111,35	109,48	5,13	0,05		133,51	142,82	143,19	138,42	137,60	138,47	139,00	3,29	0,02	
270°	114,08	124,30	121,29	130,07	116,57	122,51	121,47	5,19	0,04		137,26	148,52	138,12	151,82	139,82	146,87	143,74	5,58	0,04	
300°	115,18	116,76	113,89	121,63	117,11	119,32	117,32	2,56	0,02		137,62	148,78	138,58	146,31	139,45	140,68	141,90	4,16	0,03	
330°																				

Příloha č. 3.: Podíl elastické deformace

směr	ϵ_E [%]				
	S1	S2	S3	S4	S5
0°	44,38	53,20	53,54	54,10	53,99
30°	32,42	41,72	63,63	57,12	59,08
60°	52,79	62,06	61,73	59,99	60,14
90°	57,17	64,86	54,84	55,73	57,82
120°	71,75	70,53	53,05	56,15	60,75
150°	63,42	65,36	61,70	67,86	59,21
180°	46,33	54,55	61,55	58,26	59,28
210°	47,01	53,49	70,82	65,71	62,29
240°	56,23	62,94	68,39	66,22	64,33
270°	68,87	68,64	58,90	58,67	60,82
300°	81,17	75,18	59,97	61,85	67,48
330°	70,63	72,28	58,56	59,73	65,18
Ø	57,68	62,07	60,56	60,11	60,86

Příloha č. 4.: Podíl zotavené deformace

směr	ϵ_Z [%]				
	S1	S2	S3	S4	S5
0°	17,97	14,92	19,00	18,56	18,20
30°	12,32	16,76	15,32	15,39	13,81
60°	14,51	14,28	14,03	13,98	13,91
90°	16,00	16,36	19,95	17,62	16,79
120°	12,86	13,43	15,25	15,30	13,68
150°	15,33	14,86	13,76	12,94	12,61
180°	19,27	9,11	20,86	18,38	16,40
210°	12,56	14,49	13,13	13,66	13,60
240°	13,74	13,80	14,19	13,36	13,78
270°	17,85	17,57	17,90	17,03	16,40
300°	11,60	13,10	13,38	13,70	12,37
330°	13,62	12,00	14,67	14,66	13,66
Ø	14,80	14,22	15,95	15,38	14,60

Příloha č. 5.: Podíl plastické deformace

směr	ϵ_p [%]				
	S1	S2	S3	S4	S5
0°	37,65	31,88	27,46	27,33	27,81
30°	55,26	41,52	21,05	27,49	27,11
60°	32,70	23,67	24,24	26,03	25,95
90°	26,84	18,78	25,21	26,65	25,39
120°	15,38	16,04	31,70	28,55	25,57
150°	21,25	19,78	24,54	19,20	28,18
180°	34,40	36,34	17,59	23,37	24,32
210°	40,43	32,02	16,05	20,63	24,11
240°	30,04	23,27	17,42	20,41	21,89
270°	13,28	13,79	23,20	24,30	22,78
300°	7,24	11,72	26,66	24,45	20,15
330°	15,75	15,72	26,77	25,61	21,16
Ø	27,52	23,71	23,49	24,50	24,54